

Docket No. 500.41177X00

2652#3
06.11.02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

RECEIVED

Applicant(s): SHIGEMATSU, et al

JUN 07 2002

Serial No.: 10/067,912

Technology Center 2600

Filed: February 28, 2002

Title: MAGNETORESISTIVE EFFECT HEAD AND A METHOD OF
PRODUCING THE SAME

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Honorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

June 5, 2002

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the
applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on:

Japanese Patent Application No. 2001-252277
Filed: August 23, 2001

A certified copy of said Japanese Patent Application is
attached.

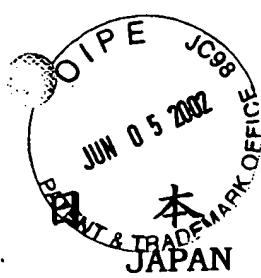
Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus
Registration No. 22,466

MK/gfa
Attachment



本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 8月23日

出願番号

Application Number:

特願 2001-252277

RECEIVED

ST.10/C]:

[JP 2001-252277] JUN 07 2002

出願人

Applicant(s):

株式会社日立製作所

Technology Center 2600

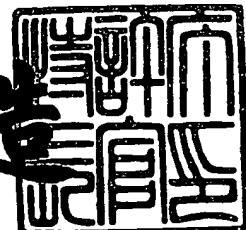
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

2002年 2月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願
【整理番号】 K01008581A
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G11B 5/33
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所
ストレージ事業部内
【氏名】 重松 恵嗣
【特許出願人】
【識別番号】 000005108
【氏名又は名称】 株式会社日立製作所
【代理人】
【識別番号】 100075096
【弁理士】
【氏名又は名称】 作田 康夫
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 013088
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気抵抗効果型ヘッド及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1及び第2の磁気シールド膜と、該第1及び第2の磁気シールド膜の間に絶縁膜を介して形成されたスピナーバルブ膜と、該スピナーバルブ膜の自由層の両端に当該自由層に接するように配置された軟磁性膜と、該軟磁性膜下部に接するようになかつ前記スピナーバルブ膜の自由層に接触しないように配置された永久磁石膜と、前記スピナーバルブ膜に信号検出電流を流す電極膜とを備えたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項2】

請求項1記載の磁気抵抗効果型ヘッドであって、前記スピナーバルブ膜の自由層端部と前記永久磁石膜端部の距離が、前記永久磁石膜端部と前記第1又は第2の磁気シールド膜への距離のうち小さい方の距離の1.5倍以下であることを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項3】

請求項1記載の磁気抵抗効果型ヘッドであって、前記軟磁性膜の飽和磁束密度が前記スピナーバルブ膜の自由層の飽和磁束密度の0.8倍以上であることを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項4】

請求項1記載の磁気抵抗効果型ヘッドであって、前記軟磁性膜の飽和磁束密度と膜厚の積が前記スピナーバルブ膜の自由層の飽和磁束密度と膜厚の積の1倍以上10倍以下であることを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項5】

第1及び第2の磁気シールド膜と、該第1及び第2の磁気シールド膜の間に絶縁膜を介して形成されたスピナーバルブ膜と、該スピナーバルブ膜の自由層の両端に当該自由層に接するように配置された軟磁性膜と、該軟磁性膜下部に接するようになかつ前記スピナーバルブ膜の自由層に接触しないように配置された反強磁性膜と

、前記スピナルブ膜に信号検出電流を流す電極膜とを備えたことを特徴とする
磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項6】

第1の磁気シールド膜と第1の絶縁膜を形成し、
前記第1の絶縁膜上にスピナルブ膜を成膜し、
該スピナルブ膜をパターニングする為のリフトオフレジストを形成し、
前記スピナルブ膜をイオンミリングでパターニングし、
パターニング後の前記第1の絶縁膜、スピナルブ膜及びリフトオフレジストの
上に永久磁石膜、軟磁性膜及び電極膜を順次成膜し、
前記リフトオフレジストとリフトオフレジスト上に付着した永久磁石膜、軟磁性
膜及び電極膜を剥離し、
前記電極膜及びスピナルブ膜上に第2の絶縁膜及び第2の磁気シールド膜を形
成する工程を有する磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法あって、
前記イオンミリング時の基板法線方向に対するイオン入射角度をIM1、前記永
久磁石膜及び軟磁性膜成膜時の基板法線方向に対する成膜粒子入射角度をそれ
ぞれD1、D2とした場合に
 $D1 < IM1, IM1 \leq D2$
であることを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高記録密度ハードディスクなどに用いられる磁気的に安定なスピ
ナルブ素子を用いた磁気抵抗効果型ヘッドの構造及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気ディスク装置の高記録密度化に伴い、スピナルブ膜を読み出し素子に用
いたスピナルブヘッドが実用化されている。スピナルブ膜は2つの強磁性膜
で非磁性Cu膜を挟んだ構造である。固定層とよばれる一方の強磁性膜は反強磁
性膜と接しており、反強磁性膜との交換結合磁界により磁気記録媒体からの信号

磁界の変化に対して磁化方向が変化しない。自由層と呼ばれるもう一方の強磁性膜は磁気記録媒体からの信号磁界により磁化方向が回転する。

【0003】

磁気記録媒体からの信号磁界の変化に対して固定層と自由層の磁化方向のなす角度が変化し、磁気抵抗効果に伴う抵抗変化が発生する。この抵抗変化を信号として読み出す。自由層の磁化はバイアス状態で信号磁界方向と直行に、固定層の磁化は信号磁界方向（あるいは反平行方向）に向けられることにより、信号の線形性が高くなることが知られている。

固定層は磁化方向がお互いに反平行となる2層の強磁性膜であってもよい。この場合Ru等を2層の間に挿入し、Ruを介して発生する反強磁性的な結合磁界により2層の固定層の磁化方向を反平行に向ける。この構造は積層フェリ構造と呼ばれている。

【0004】

自由層及び固定層の材料としては、NiFe、Co、CoFe及びこれらの積層膜が用いられる。また、反強磁性膜の材料としては、MnPt、CrMnPt、NiMn、MnIr、NiO等が用いられる。

【0005】

図1に従来のスピナバルブ膜を用いた読み出し素子の構造例を示す。図1は、読み出し素子を磁気記録媒体から見た図である。2つの磁気シールド膜S1、S2の間に絶縁膜11、12を介してスピナバルブ膜MRが配置される。スピナバルブ膜MRの両端に磁区制御膜と呼ばれる永久磁石膜Dと、スピナバルブ膜MRに信号検出電流を流す為の電極膜Lが配置される。

【0006】

この構造はハードバイアス構造と呼ばれ特開平3-125311号に開示されている。自由層Fの磁化方向はバイアス状態でX方向（トラック幅方向）に、固定層Pの磁化は紙面奥方向（MR高さ方向）に向けられる。磁区制御膜は、自由層Fに磁区が発生することによるバルクハウゼンノイズを抑止する為に設けられる。磁区制御膜の磁化方向はバイアス状態での自由層Fの磁化方向をアシストするX方向に向けられる。

【0007】

永久磁石膜Dの材料としては、CoPt、CoCrPt、CoCrTa等が用いられる。これらの材料は、下地膜を設けることにより高い保磁力が得られることが知られており、Cr膜を永久磁石膜Dの下地膜とした2層構造が用いられている。永久磁石膜Dを強磁性膜と反強磁性膜の積層膜で置き換えた構造が特開平6-84145号により知られている。この強磁性膜は接する反強磁性膜との交換結合磁界により磁化方向がトラック幅方向に固定され、永久磁石膜と同等な働きをする。磁区制御膜の反強磁性膜の材料としてはスピナルブ膜MRに用いられる反強磁性膜と同じ材料を用いることが出来る。

【0008】

トラック幅方向の記録密度を向上させるには、電極膜同士の間隔を狭くし、磁気的な再生幅（トラック幅）を狭くする必要があるが、ハードバイアス構造では次の様な問題が発生する。まず、図2に自由層Fの各トラック幅方向位置での磁区制御膜からの漏洩磁界のX方向成分を示す。磁区制御膜からの漏洩磁界は磁区制御膜と近接する素子端部で大きく、素子中央部分にくるに従い減衰する。

【0009】

この時の素子の各トラック幅方向位置での出力感度を図3に示す。素子端部では磁区制御磁界が大きく媒体からの信号磁界に対して自由層磁化が回転し難くなるので、感度が低い領域（低感度領域）が存在する。つまり、感度が高い部分のトラック幅に対して実際のトラック幅は広がっており、狭トラック幅化の障害となる。

【0010】

更に図4に示すように、電極膜L間隔（磁区制御膜間隔）が低感度領域幅と同程度まで狭くなると素子全体が低感度領域となり、再生感度が著しく低下する。低感度領域幅は磁区制御膜端部と磁気シールド膜の距離の程度である。これは、磁区制御膜からの漏洩磁界が磁気シールド膜に入り易いために、磁区制御膜端部からの距離が磁区制御膜端部から磁気シールド膜への距離よりも離れた場所では磁区制御膜からの漏洩磁界が小さくなる為である。

【0011】

この問題に対して、特開平9-282618号に開示される電極オーバーラップ構造が発明されている。電極オーバーラップ構造は電極膜をスピナルブ膜に乗り上げるよう配置し、磁区制御膜間隔よりも電極膜間隔を狭くした構造である。この場合、信号検出電流は再生感度が低い素子端部よりも抵抗の低い電極端部に流れれる為に低感度領域からの再生出力を低くし高感度領域だけを使用することが出来る。しかし、実際にはスピナルブ膜の低感度領域に流れれる電流を0には出来ないので、再生トラック幅は電極間隔よりも広がる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

電極オーバーラップ構造でも低感度領域を0には出来ないため、狭トラック幅化するのが難しい。また、電極オーバーラップ構造では電極膜と磁区制御膜を別のマスクで形成する必要が有るので素子形成プロセスが複雑であり、2つのマスクの位置合わせがばらつく可能性がある。

【0013】

本発明は、製造プロセスが簡単な狭トラック幅化用の低感度領域を低減できるヘッド構造及びその製造プロセスを提供する。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本願発明の磁気抵抗効果型ヘッドは、第1及び第2の磁気シールド膜と、該第1及び第2の磁気シールド膜の間に絶縁膜を介して形成されたスピナルブ膜と、該スピナルブ膜の自由層の両端に当該自由層に接するように配置された軟磁性膜と、該軟磁性膜下部に接するようにかつ前記スピナルブ膜の自由層に接触しないように配置された永久磁石膜と、前記スピナルブ膜に信号検出電流を流す電極膜とを備えたことを特徴とする。

【0015】

本願発明の磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法は、
第1の磁気シールド膜と第1の絶縁膜を形成し、
前記第1の絶縁膜上にスピナルブ膜を成膜し、
該スピナルブ膜をパターニングする為のリフトオフレジストを形成し、

前記スピナルブ膜をイオンミリングでパターニングし、
 パターニング後の前記第1の絶縁膜、スピナルブ膜及びリフトオフレジストの
 上に永久磁石膜、軟磁性膜及び電極膜を順次成膜し、
 前記リフトオフレジストとリフトオフレジスト上に付着した永久磁石膜、軟磁性
 膜及び電極膜を剥離し、
 前記電極膜及びスピナルブ膜上に第2の絶縁膜及び第2の磁気シールド膜を形
 成する工程を有する磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法あって、
 前記イオンミリング時の基板法線方向に対するイオン入射角度をIM1、前記永
 久磁石膜及び軟磁性膜成膜時の基板法線方向に対する成膜粒子入射角度をそれ
 れD1、D2とした場合に
 $D1 < IM1, IM1 \leq D2$
 であることを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】

本発明による磁気抵抗効果型ヘッドの一実施例を図5に示す。2つの磁気シ
 ルド膜S1、S2の間に絶縁膜11、12を介してスピナルブ膜MRが配置さ
 れる。磁気シールド膜S1、S2はNiFe、絶縁膜11、12はAl2O3を
 用いる。スピナルブ膜MRの自由層F端部に一对の軟磁性膜SBを配置する。
 軟磁性膜SB端部は自由層F端部と直接接触する。更に、自由層F端部から前記
 低感度領域幅程度離れた位置であり、前記軟磁性膜SBと接するように永久磁石
 膜Dを配置する。接する場所は軟磁性膜SBの上側でも下側でも良い。しかし、
 Co系の永久磁石膜Dの保磁力を大きくする為には非磁性下地膜が必要であり、
 軟磁性膜SB上に永久磁石膜Dを配置する場合は、軟磁性膜SBと永久磁石膜D
 を直接接触させることが難しい。よって、永久磁石膜Dの保磁力を大きくし、軟
 磁性膜SBと永久磁石膜Dを直接接触させるには、軟磁性膜SBを永久磁石膜D
 上に形成することが望ましい。

【0017】

図6にスピナルブ膜MRの構成を示す。絶縁膜11上に下地膜としてTa膜
 U1、NiFe膜U2を積層する。さらに反強磁性膜AFとしてMnPt膜を積

層する。固定層はCoFe膜P1、Ru膜P2及びCoFe膜P3からなる積層フェリ固定層構造である。非磁性層NMにはCu膜を用いている。自由層はCoFe膜F1及びNiFe膜F2の2層からなる積層構造である。保護膜CAPにはTa膜を用いている。スピニルタ膜SFはCu膜である。このスピニルタ膜SFはTa保護膜CAPと自由層FのNiFe膜F2の原子拡散を防止し、自由層Fの軟磁気特性及び抵抗変化率を向上するための膜である。スピニルブ膜MRは、例えばTa 20 Å/Cu 10 Å/NiFe 30 Å/CoFe 10 Å/Cu 20 Å/CoFe 20 Å/Ru 8 Å/CoFe 12 Å/MnPt 120 Å/NiFe 10 Å/Ta 20 Åである。このスピニルブ膜MRの抵抗変化率は10%、シート抵抗は20 Ω/□である。また、自由層FのNiFe膜F2及びCoFe膜F1の飽和磁束密度は、それぞれ1T、1.9Tである。よって自由層Fの平均的な飽和磁束密度は1.225T、飽和磁束密度と膜厚の積は49 ÅTである。この他にも一般に知られているスピニルブ膜を用いることが出来る。

【0018】

図5に戻り、永久磁石膜Dと下地膜は、CoCrPt 200 Å/Cr 50 Åである。この永久磁石膜Dの保磁力は 1.58×102 kA/m(2,000 Oe)、飽和磁束密度は0.8Tである。Cr膜は永久磁石膜DであるCoCrPt膜の結晶配向を制御し、保磁力を大きくする為の下地膜である。永久磁石膜Dとしては、この他にCoPt、CoCrTa、下地膜としては、CrTi、CrV、CrMo等を用いることも出来る。自由層F端部と永久磁石膜D端部の距離は50 nmである。

【0019】

軟磁性膜SBは、CoFe 30 Åである。軟磁性膜SBの保磁力は 7.8×102 kA/m(100 Oe)、飽和磁束密度は1.9Tである。よって、軟磁性膜SBの飽和磁束密度は自由層Fのそれの1.55倍である。また、軟磁性層SBの飽和磁束密度と膜厚の積は57.0 ÅTであり、自由層Fのそれの1.16倍である。軟磁性膜SBとしてはCo、Ni、Feを主成分とする軟磁性膜、あるいはこれらの積層膜を用いることが出来るが、飽和磁束密度が高く、保磁力が小さいことが望ましい。

【0020】

軟磁性膜S Bの上に電極膜Lとして、Ta 50 Å/Au 200 Å/Ta 50 Åを用いている。

【0021】

また、永久磁石膜Dを反強磁性膜で置き換えることも出来る。反強磁性膜の場合には永久磁石膜Dと異なり軟磁性膜S Bの上部でも下部でも問題ない。前記軟磁性膜S Bの磁化は永久磁石膜Dと接する部分では、永久磁石膜Dからの交換結合磁界により永久磁石膜Dの磁化方向と平行に向けられる。永久磁石膜Dからの漏洩磁界は、永久磁石膜Dと自由層F間の軟磁性膜S Bを通って自由層Fに到達する。この時、永久磁石膜Dと自由層Fが離れている為に、自由層Fでの磁区制御磁界は十分減衰し、スピナバルブ膜MRは全て高感度領域となる。

【0022】

また、トラック幅端部の低感度領域は磁気抵抗効果が小さい軟磁性膜S Bで置き換えられるので、低感度領域が存在しない。自由層F端部と永久磁石膜D端部の距離は低感度領域幅程度である。つまり自由層F端部と永久磁石膜D端部との距離は永久磁石膜D端部と磁気シールド膜S 1への距離程度である。自由層F端部と永久磁石膜D端部との距離が永久磁石膜D端部と磁気シールド膜S 1への距離よりも大きくなると低感度領域は小さくなるが永久磁石膜Dによる磁区制御が不十分となる。逆に自由層F端部と永久磁石膜D端部との距離が永久磁石膜D端部と磁気シールド膜S 1への距離より小さくなると低感度領域が発生する。

【0023】

また、自由層F端部に十分な磁区制御磁界を印加する為には自由層F端部と軟磁性膜S B端部が直接接觸していることが重要である。更に、軟磁性膜S Bの飽和磁束密度は自由層Fの飽和磁束密度の0.8倍以上である。

【0024】

また、軟磁性膜S Bの飽和磁束密度と膜厚の積(B s · t)は、自由層FのB s · tの1~10倍程度である。

【0025】

次に前記磁気抵抗効果ヘッドを形成するプロセスを説明する。

基板上に第1の磁気シールド膜S1と第1の絶縁膜11を形成する(図7a)。続いて、スピナーバルブ膜MRを成膜する。次に、リフトオフ用2層レジストRを形成し、スピナーバルブ膜MR端部をイオンミリングで除去しパターニングする(図7b)。この時のイオン入射方向と基板法線方向の成す角IM1は40度とする。スピナーバルブ膜MRの自由層Fが固定層Pよりも上にある構成では、スピナーバルブ膜MRすべてを除去する必要は無く、自由層Fのみが除去されていても良い。

【0026】

続いてCr下地膜及び永久磁石膜Dをイオンビームスパッタ法やコリメートスパッタ法等で成膜粒子の入射角度を制御しながら成膜する。この時、Cr下地膜及び永久磁石膜Dの成膜粒子の入射方向と基板法線方向の成す角をD1とすると、D1を0度とすることで自由層F端部と永久磁石膜D端部を接触させない様にする。

【0027】

続いて軟磁性膜SB及び電極膜Lをイオンビームスパッタ法やコリメートスパッタ法等で成膜粒子の入射角度を制御しながら成膜する(図7c)。この時、軟磁性膜SB及び電極膜Lの成膜粒子の入射方向と基板法線方向の成す角をそれぞれD2及びD3とすると、D2を40度とすることで自由層F端部と軟磁性膜SBを直接接触させることが出来る。電極膜Lの入射角度D3は、D2と同程度であることが望ましい。以上のように

$$D1 < IM1$$

とすることで自由層F端部と永久磁石膜D端部を接触させないようにする。また

$$IM1 \leq D2$$

とすることで自由層F端部と軟磁性膜SBを直接接触させることが出来る。

【0028】

永久磁石膜D、軟磁性膜SB及び電極膜Lは、各膜とスピナーバルブ膜MRとの接触抵抗及び各膜同士の接触抵抗を低減する為に、スピナーバルブ膜MRを除去するイオンミリング装置と同一の真空中で成膜することが望ましい。また、自由層

Fと軟磁性膜S B、軟磁性膜S Bと永久磁石膜Dを磁気的に接触させる為にも同一真空中で成膜することが望ましい。

【0029】

続いて、2層レジストRをリフトオフし、スピナルブ膜MRの端部に永久磁石膜D、軟磁性膜S B及び電極膜Lが形成される。永久磁石膜D、軟磁性膜S B及び電極膜Lは単一のレジストRで形成される為、電極オーバーラップ構造の様に2つのレジストで形成されるプロセスと比較してプロセスが簡略であり、レジストの位置合わせがばらつくといった問題も無い。

【0030】

最後にスピナルブ膜MRをMR高さ方向に形成し、第2の絶縁膜1 2及び第2の磁気シールド膜S 2を形成する(図7d)。

【0031】

以上のプロセスにより簡単なプロセスで精度良く狭トラック用ヘッドが製造出来る。

【0032】

【発明の効果】

本発明によれば、磁気抵抗効果型ヘッドのスピナルブ素子端部の低感度領域幅を低減出来、狭トラック幅であっても再生感度を高くすることが出来る。また、電極オーバーラップ構造よりも製造プロセスが簡略になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来のスピナルブ素子を用いた磁気抵抗効果型ヘッドの記録媒体対向面から見た構成図である。

【図2】

磁気抵抗効果型ヘッドのハードバイアス構造の自由層での磁区制御磁界分布を示す図である。

【図3】

ハードバイアス構造のトラック幅方向の感度分布を示す図である。

【図4】

狭トラック幅素子のハードバイアス構造のトラック幅方向の感度分布を示す図である。

【図5】

本発明のスピナバルブ素子を用いた磁気抵抗効果型ヘッドの記録媒体対向面から見た構成図である。

【図6】

本発明のスピナバルブ素子の構成を示す図である。

【図7】

本発明の磁気抵抗効果型ヘッドの製造プロセスを示す図である。

【符号の説明】

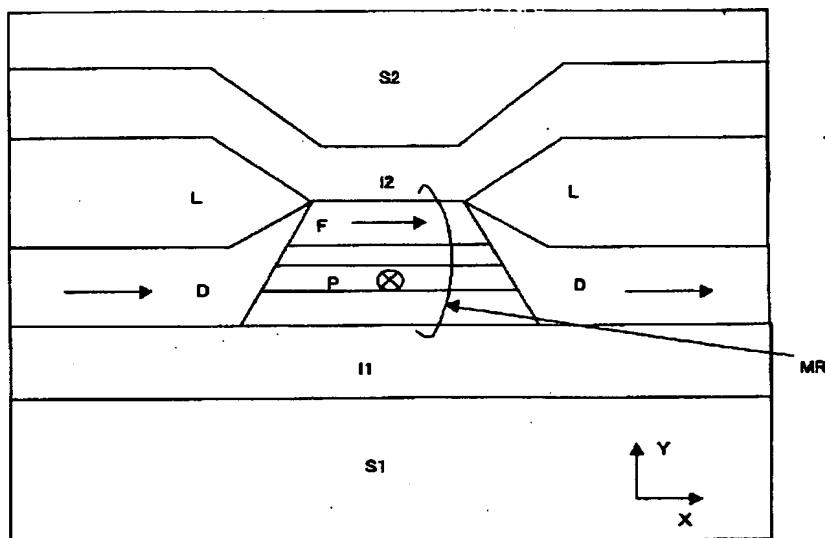
S1、S2；磁気シールド膜、11、12；絶縁膜、MR；スピナバルブ膜

F；自由層、P；固定層、D；永久磁石膜、L；電極膜、SB；軟磁性膜、R；リフトオフレジスト、

【書類名】 図面

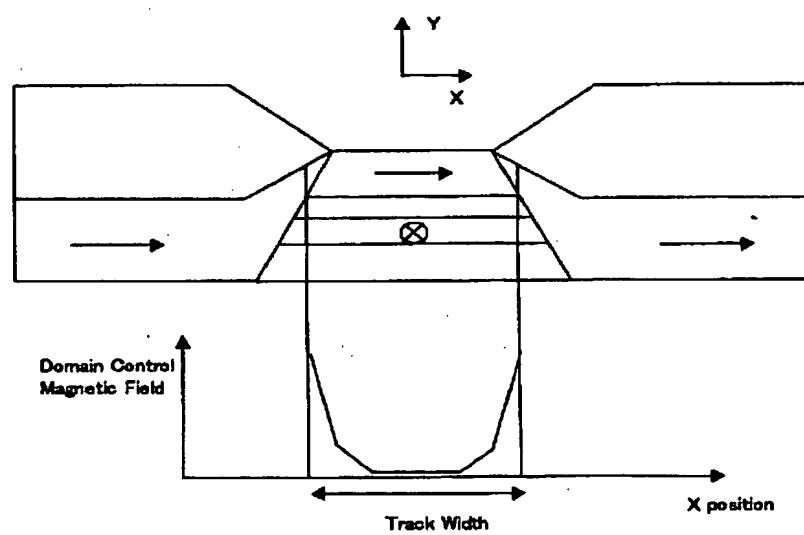
【図1】

図 1



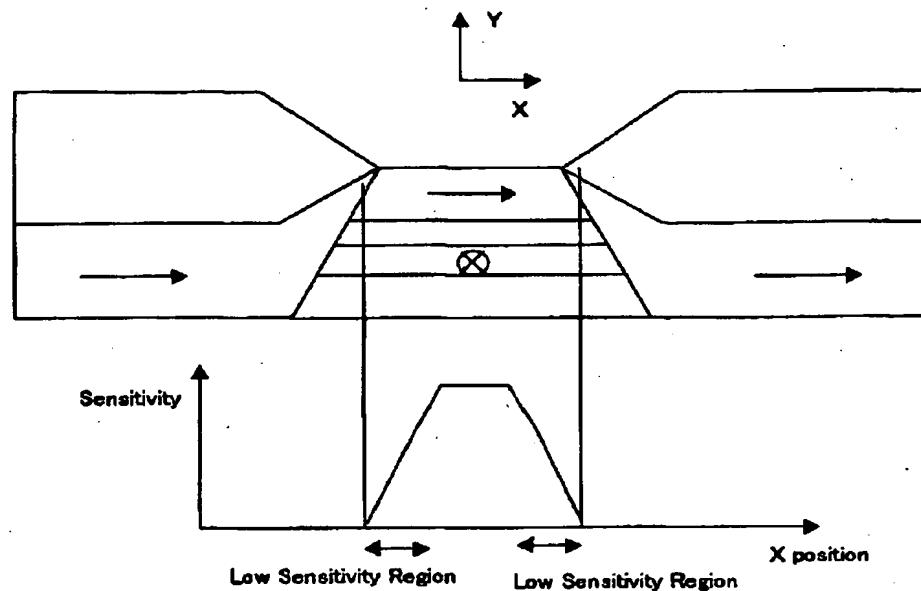
【図2】

図 2



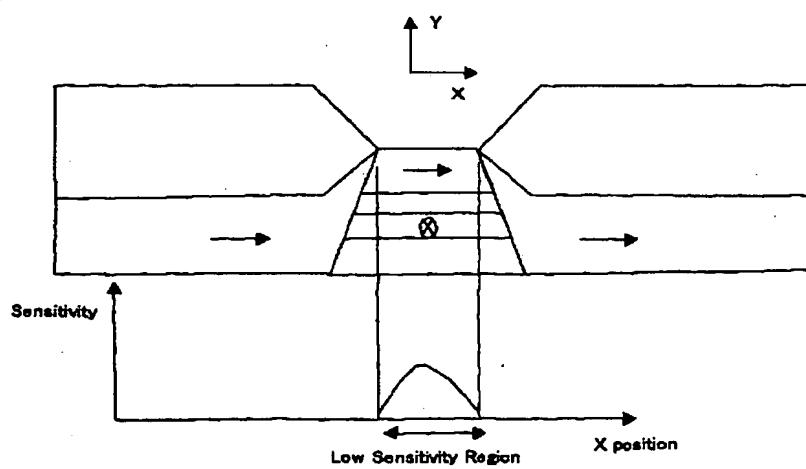
【図3】

図3



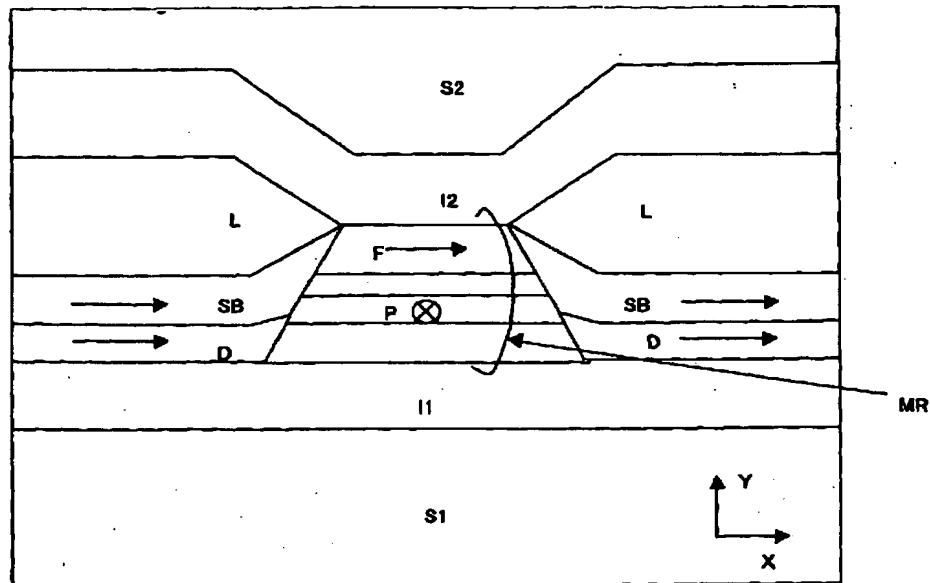
【図4】

図4



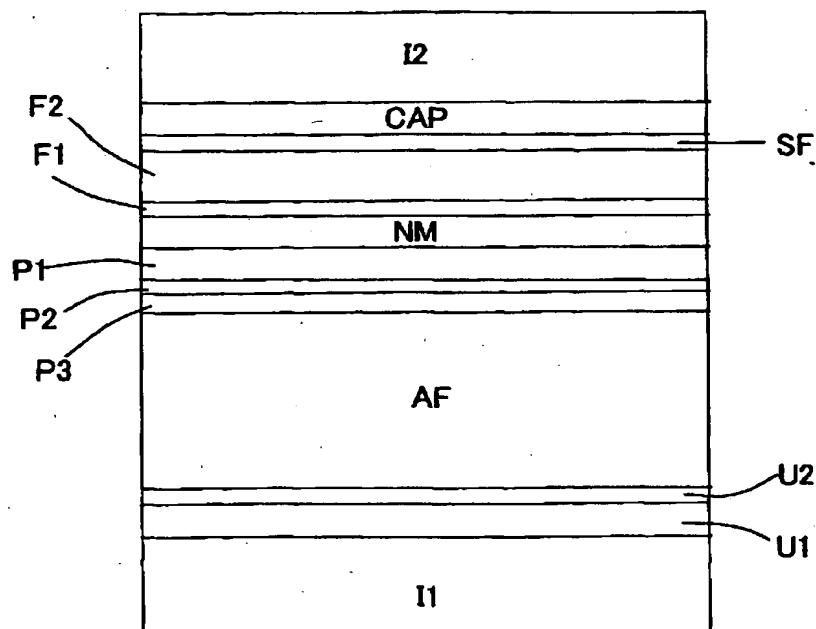
【図5】

図 5



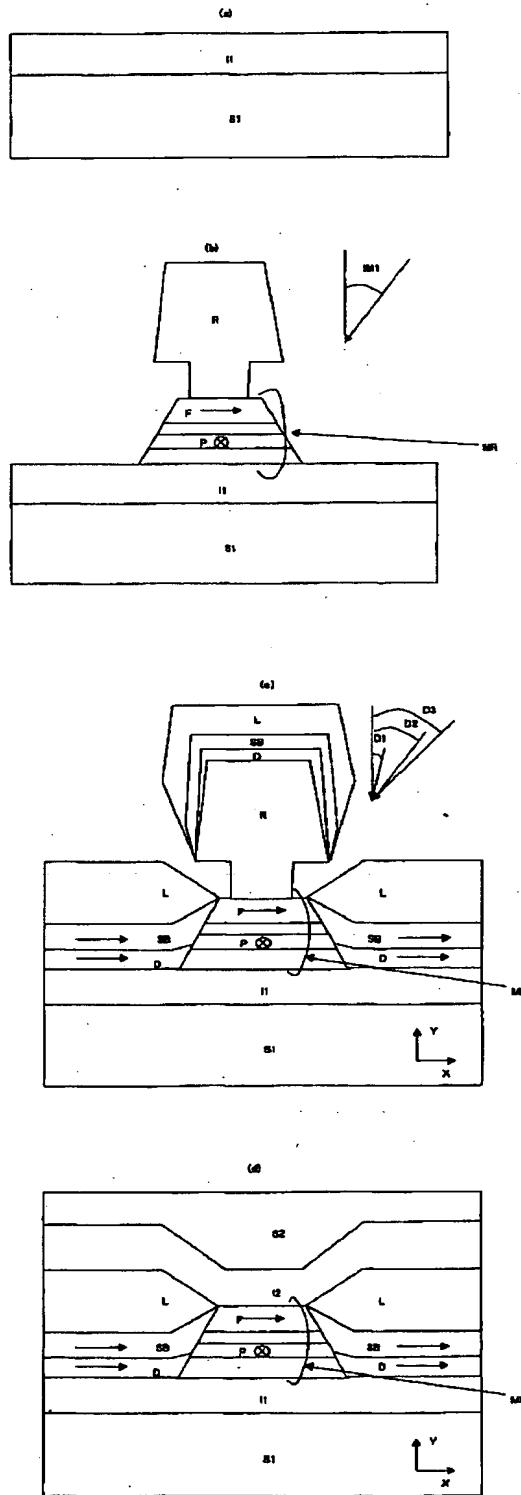
【図6】

図 6



【図7】

図 7



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

従来の磁気抵抗効果型ヘッドのハードバイアス構造ではトラック幅が狭くなると素子端部の磁区制御磁界が強い領域が低感度領域となり、狭トラック幅化の障害となる。またトラック幅が低感度領域幅程度になると再生感度が著しく低下する。

【解決手段】

スピナバルブ膜の両端に自由層に接する様に配置された軟磁性膜と、該軟磁性膜下部に接する様にかつ自由層には接触しないように配置された永久磁石膜とを備えた磁気抵抗効果型ヘッド。スピナバルブ膜の自由層と軟磁性膜が端部で直接接合し、スピナバルブ膜の自由層と永久磁石膜を接触させない構造とすることにより、トラック幅が狭くても再生感度が高いスピナバルブ素子の構造及びその製造方法を提供する。

【選択図】 図5

認定・付加情報

| | |
|---------|---------------|
| 特許出願の番号 | 特願2001-252277 |
| 受付番号 | 50101230151 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第八担当上席 0097 |
| 作成日 | 平成13年 8月24日 |

〈認定情報・付加情報〉

【提出日】 平成13年 8月23日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.